Maud Fontenoy Foundation

Oceans Are Humanity's Future

en partenariat avec

CRIOBE

EPHE - CNRS - UPVD

BIOMIMICRY EUROPA

Coraux et biomimétisme

LIVRET PROFESSEUR

COLLÈGE

AVANT-PROPOS

Le kit pédagogique que vous allez découvrir a été élaboré en collaboration avec des partenaires qui font référence dans la connaissance et la préservation des océans.
Ce travail est le fruit d'une synthèse entre des spécialistes engagés dans les études les plus récentes.
Il adopte avec conviction une ligne équilibrée et engagée.

ÉQUILIBRÉE *car elle donne la parole à tout le monde : chercheurs, spécialistes de l'écologie, défenseurs des intérêts du secteur maritime, représentants des pêcheurs professionnels… Autant d'acteurs qui ont parfois des opinions divergentes. Souvent complémentaires. Le but de la Fondation n'est pas de trancher mais de donner à chacun les éléments nécessaires à la compréhension de notre planète mer.*

ENGAGÉE *car, de la synthèse de toutes ces opinions, émerge une ligne éditoriale qui appelle à la protection des océans et de notre patrimoine naturel marin.*

Celle de la Maud Fontenoy Foundation :

SAUVER L'OCÉAN, C'EST SAUVER L'HOMME !

MODE D'EMPLOI
DU DOSSIER PÉDAGOGIQUE

Le kit pédagogique, c'est quoi ?

Ce kit est un outil complémentaire qui s'inscrit dans les grandes thématiques enseignées au Collège et au Lycée. À travers l'apprentissage du développement durable, il explique ce que l'Océan apporte à l'Homme. Les explications sont accompagnées de nombreux exemples, de schémas pour comprendre, et d'un planisphère pour situer les pays évoqués. Le livret qui accompagne le kit permet de découvrir la richesse des récifs coralliens et les innovations fabuleuses qui s'en inspirent. Il s'adresse aux élèves et aux professeurs des collèges.

Comment ça marche ?

Composé de 10 fiches pédagogiques, le kit 100 % Océan s'appuie sur de nombreux exemples et schémas pour illustrer les thématiques abordées et propose un planisphère pour situer les pays évoqués.

Dans ce livre du professeur, offert en complément du kit, les enseignants trouveront un mode d'emploi leur permettant d'utiliser pleinement les 10 fiches thématiques dans le cadre des programmes de l'Éducation nationale, et de mettre en pratique leurs connaissances en participant au défi national pour les collèges. Le thème des récifs coralliens et du biomimétisme y sont plus particulièrement développés au travers d'une présentation élaborée en collaboration avec plusieurs laboratoires de recherche, afin de découvrir comment la richesse de ce somptueux patrimoine peut devenir source d'inspiration, d'innovations et de solutions face aux grands enjeux contemporains.

Comment l'utiliser ?

Le sommaire des thèmes et les tableaux des programmes de collège de l'Éducation Nationale vous aideront à cibler les fiches qui correspondent aux disciplines que vous enseignez.

Repérez facilement les enseignements qui vous intéressent grâce aux icônes qui les représentent :

Histoire-géographie éducation civique,

Sciences de la vie et de la Terre,

Physique - chimie.

LE PROGRAMME
DU COLLÈGE ET LE KIT 100 % OCÉAN

Voici un tableau qui permettra aux professeurs de collège de faire coïncider le programme scolaire avec les fiches du kit pédagogique. Il vous suffit pour cela de vous reporter aux entrées concernant votre niveau d'enseignement et la matière que vous enseignez. Nous remercions l'Inspection Générale de l'Éducation nationale qui nous a accompagnés dans l'élaboration de ce travail.

6e : LA TERRE PLANÈTE HABITÉE

Histoire-géographie - éducation civique

Mon espace proche : paysages et territoires	Fiches 1 à 10
Où sont les Hommes sur la Terre ?	Planisphère Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer
Habiter les littoraux	Fiche 4 : Quand les océans souffrent de la pollution Livret professeur
Habiter des espaces à forte contraintes	Livret professeur
Question au choix	Découvrez le défi pour les collèges !

Sciences de la vie et de la Terre

Caractéristiques de l'environnement proche et répartition des êtres vivants	Fiche 9 : La plage, un milieu vivant à préserver Fiche 10 : Protégeons la biodiversité pour préserver notre culture
Le peuplement d'un milieu	Fiche 9 : La plage, un milieu vivant à préserver Fiche 10 : Protégeons la biodiversité pour préserver notre culture Livret professeur
Origine de la matière des êtres vivants	Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Livret professeur
Des pratiques au service de l'alimentation humaine	Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Fiche 5 : Préservons les ressources marines !
Partie transversale : diversité, parentés et unité des êtres vivants.	Fiche 10 : Protégeons la biodiversité pour préserver notre culture Livret professeur

5e : HUMANITÉ ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Histoire-géographie - éducation civique

La question du Développement Durable Les enjeux du développement durable. Les dynamiques de la population et le développement durable.	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Fiche 3 : Les océans au cœur de notre économie Fiche 7 : Cap sur les énergies de demain ! Fiche 10 : Protégeons la biodiversité pour préserver notre culture Livret professeur
Des Sociétes inégalement développées Des inégalités devant la santé. Des inégalités devant l'Alphabétisation. Des inégalités devant les risques. La pauvreté dans le monde.	Fiches 1 à 10
Des Hommes et des ressources La question des ressources alimentaires. La question de l'accès à l'eau. Gérer les océans et leurs ressources. Ménager l'atmosphère. La question de l'énergie.	Fiches 1 à 10 Livret professeur
Question au choix	Découvrez le défi pour les collèges !

Sciences de la vie et de la Terre

Respiration et occupation des milieux de vie	Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Fiche 9 : La plage, un milieu vivant à préserver Livret professeur
Fonctionnement de l'organisme et besoin en énergie	Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Livret professeur
Géologie externe : évolution des paysages	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Fiche 9 : La plage, un milieu vivant à préserver Livret professeur

Physique - chimie

L'eau dans notre environnement Les mélanges aqueux Les changements d'états de l'eau L'eau solvant	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Fiche 6 : Le réchauffement climatique bouleverse le fonctionnement des océans Livret professeur

4e : APPROCHE DE LA MONDIALISATION

Histoire-géographie - éducation civique

Des échanges à la dimension du monde Les espaces majeurs de production et d'échanges Les échanges de marchandises Les mobilités humaines Les lieux de commandement	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 3 : Les océans au cœur de notre économie Livret professeur
Les territoires dans la mondialisation Les États-Unis Les puissances émergentes Les pays pauvres	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer
Questions sur la mondialisation La mondialisation et la diversité culturelle La mondialisation et ses contestations.	Fiche 5 : Préservons les ressources marines ! Fiche 10 : Protégeons la biodiversité pour préserver notre culture

4e : APPROCHE DE LA MONDIALISATION

Histoire-géographie - éducation civique

Des échanges à la dimension du monde Les espaces majeurs de production et d'échanges Les échanges de marchandises Les mobilités humaines Les lieux de commandement	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 3 : Les océans au cœur de notre économie Livret professeur
Les territoires dans la mondialisation Les États-Unis Les puissances émergentes Les pays pauvres	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer
Questions sur la mondialisation La mondialisation et la diversité culturelle La mondialisation et ses contestations.	Fiche 5 : Préservons les ressources marines ! Fiche 10 : Protégeons la biodiversité pour préserver notre culture

Sciences de la vie et de la Terre

Activité interne du globe	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 3 : Les océans au cœur de notre économie

Physique - chimie

De l'air qui nous entoure à la molécule Composition de l'air Volume et masse de l'air Une description moléculaire pour comprendre	Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Fiche 6 : Le réchauffement climatique bouleverse le fonctionnement des océans Livret professeur

3e : LA FRANCE ET LE MONDE D'AUJOURD'HUI

Histoire-géographie - éducation civique

Habiter la France De la ville à l'espace rural, un territoire sous influence urbaine. La région. Le territoire national et sa population.	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 3 : Les océans au cœur de notre économie
Aménagement et développement du territoire français Les espaces producteurs. L'organisation du territoire français.	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 4 : Quand les océans souffrent de la pollution
Le Rôle mondial de la France et de l'Union Européene La France, une influence mondiale. Réalités et limites de la puissance de l'UE.	Fiche 1 : Bienvenue sur la planète mer Fiche 3 : Les océans au cœur de notre économie

Sciences de la vie et de la Terre

Diversité et unité des êtres humains	Fiche 9 : La plage, un milieu vivant à préserver Fiche 10 : Protégeons la biodiversité pour préserver notre culture
Évolution des êtres vivants et histoire de la Terre	Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Fiche 10 : Protégeons la biodiversité pour préserver notre culture Livret professeur
Risque infectieux et protection de l'organisme	Fiche 3 : Les océans au cœur de notre économie Livret professeur
Responsabilité humaine en matière de santé et d'environnement.	Fiches 1 à 10 Livret professeur

Physique - chimie

La chimie, science de la transformation de la matière Approche de l'énergie chimique Synthèse d'une espèce chimique existant dans la nature	Fiche 2 : Les océans sont vitaux pour les hommes Fiche 6 : Le réchauffement climatique bouleverse le fonctionnement des océans Fiche 7 : Cap sur les énergies de demain ! Fiche 8 : Imiter la nature pour favoriser l'innovation Livret professeur
Énergie électrique et circuits électriques en « alternatif » Des possibilités de création de l'électricité L'alternateur La mesure de l'énergie électrique	Fiche 7 : Cap sur les énergies de demain ! Livret professeur

Les récifs coralliens, richesses mystérieuses et fragiles

Un récif corallien, c'est quoi ?

Joli récif, d'où viens tu ?

Les récifs coralliens sont de véritables mégapoles sous-marines bâties autour de coraux et abritant des milliers d'espèces végétales, animales et microbiennes. Sans coraux, pas de récifs coralliens ! Les coraux, qui ressemblent à de jolies roches colorées ou à des bouquets de fleurs, sont en réalité des colonies de milliers d'animaux mous et minuscules : les polypes.

Ces polypes de quelques millimètres sont des bâtisseurs. Les coraux pondent en masse une ou deux nuits par an, les œufs donnent des larves planctoniques : les planules. Lorsqu'une planule trouve une surface plate et dure sur le fond de la mer, elle s'y fixe puis se métamorphose en un polype. Rapidement, ce polype fondateur secrète un calice en calcaire tout autour de lui qui lui sert de squelette et d'abri. Ce travailleur acharné ne s'arrête jamais : dès qu'il a fini un calice il en construit un autre. Il ne reste pas seul bien longtemps. On dit que le polype « bourgeonne ». Cela signifie qu'il créé un autre polype qui lui est identique et qui se met lui aussi à bâtir des calices. Cela se poursuit jusqu'à former une grande colonie qui ne cesse jamais de s'agrandir, construisant un véritable « immeuble » dont ils occupent le dernier étage. Cet immeuble fabriqué par la colonie de polypes, c'est le corail.

Au départ, les colonies de polypes se dispersent sur le fond marin dans des eaux peu profondes et proches des côtes, car elles ont besoin de lumière et d'eau chaude pour survivre. Puis, elles se multiplient et finissent par se coller les unes aux autres, pour finalement s'entasser les unes sur les autres. Au fil des siècles, le niveau de la mer est monté, et les colonies formant les coraux ont du s'entasser encore plus afin de pouvoir continuer à capter la lumière du soleil sous la surface. C'est ainsi que naissent de grands récifs coralliens. Les vagues ont ramené du sable entre les coraux et les côtes terrestres, formant des lagons et des plages.

À chaque marée, l'eau rentre et sort par des passes pour alimenter le lagon en eau et en nutriments.

Les origines du mot « Récif » :

Le mot *récif* a fait un long voyage linguistique. Il vient de l'espagnol *arrecife* ou du portugais *recife*, eux même dérivés de l'arabe *al-raṣīf*, qui signifie digue, ou quai.

Du polype au récif

1 *Les coraux « pondent ». Les œufs montent à la surface et se transforment en larves. Puis les larves rejoignent le fond.*

2 *La larve trouve un support dur, comme un rocher, et se transforme en un polype qui commence à construire son calice.*

3 *Tout en continuant à construire de nouveaux calices, le polype bourgeonne.*

4 *La colonie de polype bâtit le corail et en occupe le dernier étage.*

Des récifs coralliens pour tous les goûts !

Profonds, à fleur d'eau, immenses ou de la taille d'un étang, visibles ou cachés des regards... Les récifs offrent différentes sortes de paysages marins.

Le récif frangeant est le plus proche des terres émergées. C'est ici que viennent se réfugier les larves et les petits poissons au début de leur vie. Il joue un rôle de nurserie très important, en particulier au voisinage des mangroves qui apportent les nutriments nécessaires à leur développement. Les récifs frangeants se sont formés le long des côtes des îles tropicales comme à la Réunion ou à Madagascar.

Le récif barrière, ou barrière récifale, est beaucoup plus grand. Il peut atteindre plusieurs dizaines de kilomètres de large, comme à Mayotte. Il encercle souvent une île. Entre la barrière récifale et la plage, se trouve le lagon.

Le banc récifal, quant à lui, se trouve loin des côtes. Ce sont des colonies de coraux qui se sont installées sur des fonds marins moins profonds, et donc plus proches de la surface que les autres. On appelle ces fonds marins les hauts fonds. Ce sont des endroits où la vie marine abonde.

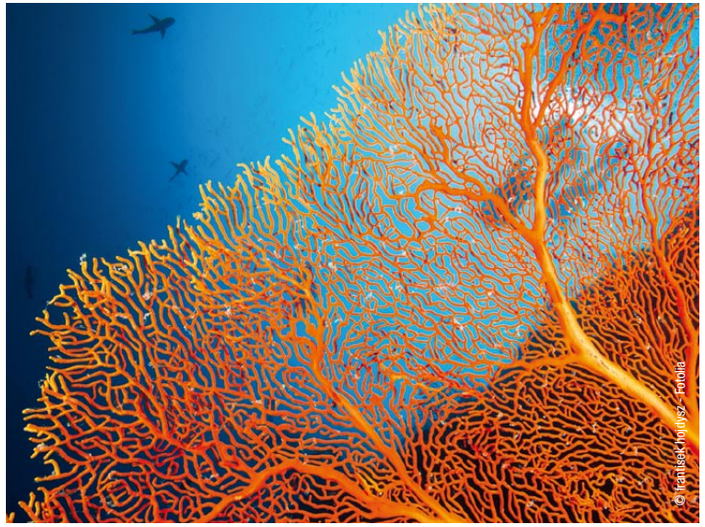
Les espèces marines s'y retrouvent pour se nourrir ou se reproduire. Ces bancs récifaux sont aussi très utiles aux pêcheurs.

© Florentine Lefoup

Récif frangeant de la Saline à La Réunion

© ettoto - Fotolia

Les coraux eux aussi se présentent sous diverses formes et couleurs. On a déjà recensé 845 espèces différentes de coraux bâtisseurs de récifs dans le monde. À lui seul, le récif corallien de la Nouvelle Calédonie en héberge la moitié.


© Iranissk Ihor Oysz - Fotolia

Le savais-tu ?

La Nouvelle-Calédonie possède la deuxième plus grande barrière de corail au monde juste après l'Australie, tandis que la Polynésie Française est à elle seule aussi étendue que l'Europe. L'ensemble des territoires français cumulent plus de 55 000 km² de récifs coralliens et de lagons : c'est 10% des coraux de la planète ! Cela donne une idée de la responsabilité de la France en terme de préservation des récifs coralliens !

© cornis_farcy - Fotolia

La vie dans les récifs coralliens

Les récifs coralliens ne sont pas seulement somptueux. Ils foisonnent de vie ! Ils sont les « forêts tropicales de la mer ». Les chercheurs ont déjà recensé près d'un million d'espèces vivant dans les récifs coralliens. Il en reste encore une multitude à découvrir ! Dans un seul récif, plus de 3 000 espèces différentes peuvent cohabiter, et l'on trouve 100 fois plus de poissons différents autour des récifs coralliens que dans le reste de l'océan. Parmi les espèces animales qui peuplent les récifs coralliens, certaines sont très connues comme les pieuvres, les poissons clown, les crabes, les coquillages, les requins de récifs, les tortues... D'autres sont moins connues mais tout aussi extraordinaires, comme les poissons-coffres, les bernard l'hermite, ou les oursins...

© Florentine Letoup

© Sergey Skleznev

© Maryslav Siaber - Fotolia

© Brian Kinney - Fotolia

© Florentine Leloup

Si beaux, et si vulnérables

Situés au plus près des côtes, les récifs coralliens sont directement exposés à la pollution provenant des activités humaines, au ruissellement, à la surpêche et à l'urbanisation du littoral. Les lagons sont des endroits aussi vivants que vulnérables. Ils sont peu profonds et l'eau se renouvelle lentement : il sont donc exposés plus longtemps aux pollutions provenant de la terre et aux coups de chaleurs.

Ils sont facilement accessibles, ce qui permet d'en admirer les beautés. Malheureusement, cela permet aussi de ramasser beaucoup de coraux, de coquillages, ou de pêcher beaucoup de poissons. Les ancrages des bateaux de plaisance peuvent eux aussi abîmer les coraux.

C'est pourquoi il faut mieux les connaître, afin de mieux pratiquer nos activités dans ces lieux d'abondance et de luxe naturel.

Des constructions millénaires

Les coraux mettent très longtemps à se construire. Il faut des années pour construire une branche de corail de seulement dix centimètres de long ! Le récif de Saint Gilles à La Réunion, qui fait environ 25 mètres de coraux entassés, a eu besoin de 8 000 années pour devenir ce qu'il est aujourd'hui. Malheureusement, ils sont aussi très fragiles. Lorsque l'on casse un bout de corail, ce sont des dizaines, voir des centaines d'années qui sont perdues.

Une richesse vitale pour la planète et pour les Hommes

Un rôle écologique indispensable à la nature...

Les récifs coralliens tels que nous les connaissons aujourd'hui existent depuis plus de 25 millions d'années. Ils occupent une place primordiale au sein du patrimoine naturel et de la diversité biologique de la planète. Depuis des millénaires, les récifs coralliens ont permis l'existence, l'évolution et la survie de milliers d'espèces sous-marines. Ils servent d'habitat, de terrain de chasse et de reproduction, de nurseries... Sans eux, de nombreux poissons et coquillages n'existeraient tout simplement pas. Lorsqu'ils meurent ou disparaissent, l'ensemble de ce foisonnement de vie est menacé.

Les récifs protègent également les côtes, et les îles en particulier, des forces de la mer. Les vagues puissantes et les courants sont brisés par la barrière récifale, qui évite aux plages d'être emportées par la mer. L'agriculture et la vie y seraient difficiles. Les raz de marées ou les inondations pendant les tempêtes amèneraient de l'eau salée dans les réserves d'eaux douces qui permettent aux populations animales et végétales de vivre sur l'île. Certaines îles ou atolls plats ne pourraient résister à ces déchainements océaniques et seraient engloutis.

...Ainsi qu'aux humains

Non seulement les récifs coralliens protègent les côtes habitées des cyclones et des ras de marées, mais ils permettent aussi à des centaines de millions de personnes de se nourrir grâce à la pêche, ou de vivre grâce aux revenus du tourisme.

De nombreuses molécules ont également été découvertes en s'inspirant des mécanismes que les espèces animales ou végétales qui vivent dans les récifs utilisent pour rester en bonne santé. Ces molécules ont permis la fabrication de certains médicaments qui nous soignent.

© Florentine Leloup

Lorsque les coraux blanchissent...

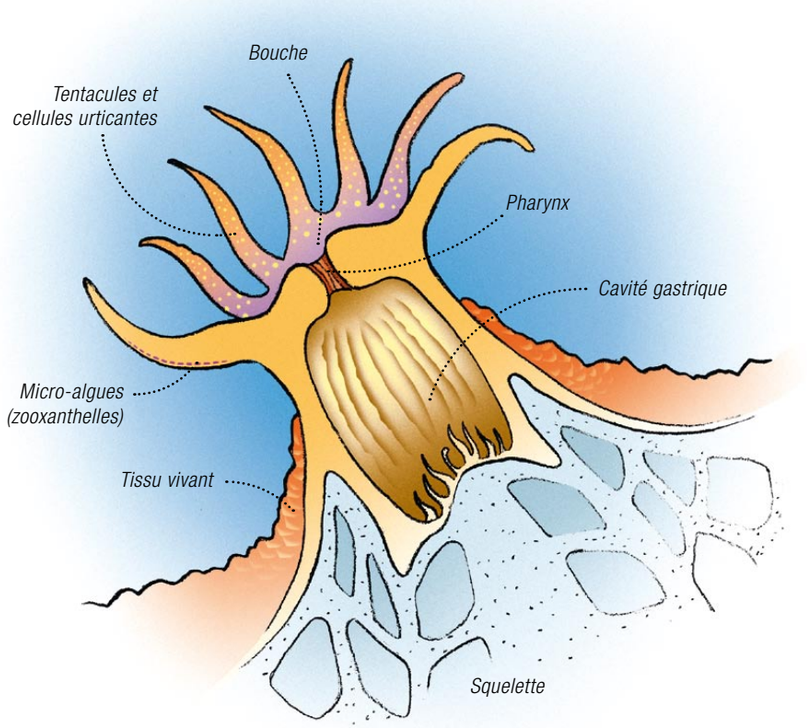
Coopérer, c'est réussir !

Pour survivre, tous les êtres vivants se servent les uns des autres. On dit qu'ils coopèrent. Lorsqu'une coopération entre deux espèces est bénéfique pour les deux, cela s'appelle la symbiose.
Il en va de même pour les polypes, qui ne peuvent pas vivre ou bâtir du corail sans l'aide d'algues microscopiques : les zooxanthelles. Ces micro-algues vivent à l'intérieur des polypes : elles y sont protégées et elles y produisent du sucre que le polype utilise comme énergie pour vivre et se construire. Ce sucre est produit grâce au mécanisme de la photosynthèse* !
À partir de ce sucre, le polype produit les nutriments dont l'algue a besoin. Un véritable échange gagnant-gagnant qui permet aux coraux de se développer sans s'arrêter, et sans perte d'énergie.
La plupart des coraux utilisent les micro-algues comme « panneaux solaires » le jour, pour produire les sucres, comme les végétaux le jour.
La nuit, les polypes capturent du plancton, qui, une fois digéré, donnera les protéines et les lipides dont ils ont également besoin. Les déchets de ces nutriments sont recyclés par des bactéries contenues dans un mucus que produisent les polypes.

On peut comparer les coraux à un moteur hybride : ils fonctionnent comme des plantes le jour et comme des animaux la nuit. Un moteur écologique, car les déchets sont recyclés par les bactéries.

*Voir la fiche 2 du kit 100% Océan.

Anatomie du polype corallien



La couleur, c'est la vie !

Bleu, jaune, rose, les couleurs des coraux sont dues aux pigments colorés et aux algues microscopiques qui se trouvent dans les tentacules des polypes. Le réchauffement de l'eau de mer ou les produits chimiques perturbent la photosynthèse des algues, qui ne peuvent plus produire le sucre dont le corail a besoin. Une importante arrivée d'eau douce ou de pollution dans le lagon peut également tuer ces algues. Sans les zooxanthelles, les polypes, et donc le corail, ne peuvent pas se nourrir et n'ont plus d'énergie pour bâtir. Ils expulsent alors leurs algues symbiotiques et se mettent en sommeil en attendant d'en trouver de plus adaptées à ces changements. Malheureusement, ils peuvent aussi en mourir. Lorsque les polypes meurent, il ne reste plus que leur squelette de calcaire, et le corail apparait alors tout blanc.

© corbis_fancy - Fotolia

© goomelback - Fotolia

Des gestes simples pour le récif

Que l'on habite près d'un lagon ou que l'on y passe des vacances, voici quelques gestes à connaître pour préserver les récifs et leurs habitants colorés.

- Ne pas ramasser les coquillages et les coraux (cela est vrai aussi pour les autres plages).
- Ne pas marcher sur le récif, même s'il a l'air solide.
- Faire attention à ne pas toucher les coraux avec ses palmes, et ne pas s'y accrocher. Ils se brisent très facilement !
- Ne jamais jeter de détritus, de mégots, de plastiques sur la plage ou dans l'eau.
- Choisir des crèmes solaires sans filtres chimiques permet de sauver beaucoup de coraux : ces derniers n'aiment pas ces filtres qui les empêchent de capter la lumière du soleil en se répandant sur la surface du lagon.
- Choisir des produits non-toxiques pour sa maison. Si l'on habite proche de la mer, il peut arriver que l'eau du ménage, des toilettes ou de la douche finisse dans les lagons. Les produits chimiques détruisent les coraux.
- Ne pas ancrer son bateau de plaisance sur du corail vivant. Utiliser des mouillages permanents ou au large.

Étudier le monde fabuleux des coraux : les connaître et les protéger

Afin d'étudier les coraux, certains chercheurs en biologie marine se sont spécialisés en* ***génétique et microbiologie.*** *En effet, l'étude des récifs coralliens passe par la compréhension de l'unité de base du corail : le polype. Les grandes questions sont : « quels sont les mécanismes de la symbiose entre les micro-algues et leur hôte (le corail) ? », « Comment cette symbiose résiste t-elle aux stress environnementaux, comme le changement climatique et le réchauffement de la température de l'eau qui y est associé ? ». Pour répondre à ces questions, les chercheurs utilisent des techniques permettant l'étude des gènes, l'étude des molécules chimiques produites par le polype, l'observation de leurs tissus au microscope, etc.*

Isis, assistante de recherche au CRIOBE, mène des recherches pour comprendre comment les coraux peuvent se protéger des menaces qui pèsent sur eux.

« Passionnée depuis toute jeune par les sciences de la vie et de la terre, j'ai décidé d'allier ma fascination pour l'environnement marin à mes études. J'ai choisi de suivre des cours de biologie cellulaire et de biologie marine. Puis, je me suis spécialisée en microbiologie et génétique. J'ai choisi d'axer tous mes projets (stages, rapports, exposés) sur les récifs coralliens. Actuellement, je travaille au sein du Centre de Recherches Insulaire et Observatoire de l'Environnement (CRIOBE) en Polynésie française, sous la direction du Dr. Véronique Berteaux-Lecellier. En tant qu'assistante de recherche, je mène à bien un véritable projet de recherche alliant études génétiques et observations des tissus coralliens au microscope. »

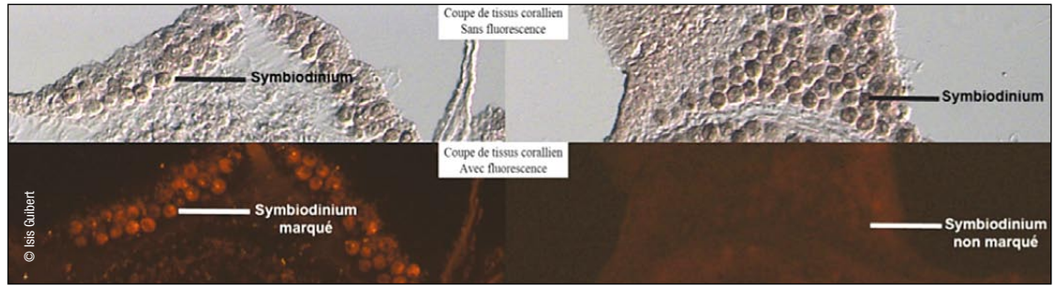
** Le cursus pour devenir biologiste marin est décrit dans le livret « métiers de la mer » sur le site www.maudfontenoyfondation.com dans la rubrique programmes pédagogiques scolaires / lycées.*

Le but de mes recherches au CRIOBE est de comprendre le rôle que peuvent avoir les micro-algues face aux stress auxquels leur corail hôte peut être confronté dans l'environnement, comme l'augmentation de la température de l'eau de mer ou la présence accidentelle de polluants dans le lagon.

Pour mener à bien sa mission, Isis doit pouvoir observer l'infiniment petit : les micro-algues des coraux.
Une partie de son travail consiste donc à aller plonger dans le lagon pour prélever, sans nuire aux coraux, de petits fragments, afin de constituer une collection d'échantillons.

Pour étudier les micro-algues, elle utilise une technique complexe et moderne qui permet de leur donner différentes couleurs en fonction de leurs particularités. On appelle cela « marquer » les micro-algues.
Pour pouvoir observer le marquage on utilise la fluorescence. Cette technique permet, par exemple, de différencier celles qui sont très résistantes au réchauffement de l'eau, de celles qui le sont moins. L'enjeu est ensuite de comprendre pourquoi certaines sont plus résistantes que d'autres, et quelles sont les conditions environnementales qui leur sont propices.

En savoir plus : www.criobe.pf



Carole Saout est océanographe physicienne. Son travail consiste à comprendre ce qui met en mouvement l'océan, principalement à partir des observations faites en mer.

Comment la physique aide t-elle les coraux ?

Les fonctionnements de l'océan et ceux de l'atmosphère sont liés par de nombreuses interactions. L'océanographie physique permet d'étudier ces liens et de les comprendre.

*De la surface aux plus grandes profondeurs des océans, de récentes études montrent que les coraux sont particulièrement vulnérables aux changements déjà observables tels que le réchauffement des eaux, leur acidification, leur désoxygénation, ainsi que les modifications de la circulation des masses d'eau.**

La température des récifs, qui est directement liée à la santé des coraux, est donc surveillée et étudiée par de nombreux chercheurs. Les chercheurs effectuent des mesures des paramètres physiques (pression, température, salinité, courants et teneur en oxygène dissous), ce qui leur permet d'obtenir les caractéristiques des masses d'eaux entre 0 et 2 000 m de profondeur, et de comprendre leur circulation et leur variabilité (différences de température par exemple).

Cela permet de mieux connaitre les conséquences des changements climatiques sur les écosystèmes, comme les récifs coralliens, et de prendre des mesures pour les protéger.

** Se référer à la fiche 6 du kit 100 % Océan.*

D'importantes campagnes océanographiques sont menées depuis 10 ans en mer de Corail et dans le sud-ouest du Pacifique par l'Institut de Recherche et Développement dans le cadre du Grand Observatoire de l'Environnement & de la Biodiversité Marine du Pacifique Sud (GOPS) et du programme international SPICE.

Pour en savoir plus :

- site spiceclivar.org : http://spice.legos.obs-mip.fr
- ReefTemps par l'IRD : http://reeftemps.ird.nc
- L'observatoire GOPS : http://www.observatoire-gops.org/fr/

Et la chimie, dans tout ça ?

Stéphane a travaillé comme zoologiste, botaniste, biochimiste, chimiste, pharmacologue et maintenant environnementaliste, sur plusieurs continents, sur le terrain et dans les laboratoires.

Beaucoup d'animaux des récifs vivent fixés et se livrent une lutte chimique sans merci pour avoir accès à un sol dur et à la lumière du soleil, dont ils ont besoin pour fonctionner et grandir. Stéphane a longuement observé le comportement de ces organismes pour comprendre leurs techniques de lutte : ces organismes ont développé un arsenal chimique constitué de molécules jouant des rôles précis. Par exemple elles leur permettent de se débarrasser de leurs compétiteurs ou de les empêcher de grandir. Ne pouvant se cacher ou fuir, ils produisent aussi des molécules répugnantes ou carrément toxiques pour les prédateurs. Ses observations ont intéressé des pharmacologues. En effet, ces particularités chimiques pouvaient permettre de comprendre comment lutter contre certaines maladies.

Peut-on faire la synthèse chimique d'une substance présente dans la mer ?

Tout commence dans le lagon, dans lequel il faut prélever des échantillons de quelques grammes des organismes dont les molécules sont intéressantes. Aujourd'hui, il suffit de quelques milligrammes d'une substance pour permettre de comprendre la structure d'une molécule. Il est alors possible de reconstituer la molécule artificiellement : c'est ce que l'on appelle la synthèse. Cela évite de prendre les organismes dans la nature.

Stéphane La Barre, chercheur DR

Il existe plusieurs manières d'obtenir des molécules de synthèse.

- **Le génie génétique,** qui permet de recréer une molécule en introduisant les gènes de cette molécule dans une bactérie que l'on cultive : en se multipliant, elle sécrète alors la substance recherchée, souvent des enzymes. Ces enzymes sont ensuite utilisées par les chimistes pour recréer la molécule.

- **La génomique,** qui consiste à rechercher (dans un organisme) les gènes et les enzymes capables de fabriquer la molécule intéressante. Après extraction, on essaye ensuite d'utiliser ces enzymes in vitro pour faire ce travail de fabrication en laboratoire.

- **La bioinspiration,** qui consiste à recréer artificiellement les conditions naturelles de développement des molécules convoitées. Par exemple, on extrait des molécules anticancéreuses des éponges de mer. Les bactéries ne fabriquent ces molécules que si elles sont dans l'éponge vivante. Pour éviter de prendre les éponges de mer des lagons, on fabrique une éponge de mer artificielle, dans laquelle les bactéries retrouvent des conditions identiques à celles présentes dans la nature : on espère ainsi qu'elles produiront la molécule intéressante.

Monsieur l'urbaniste pouvez-vous me concevoir une ville :

- Composée d'un matériel de construction à très forte teneur en carbone, mais qui de plus fixe annuellement 2 405 tonnes de carbone supplémentaire par Km^2 au lieu d'en émettre.
- Qui soit composée d'architectures, qui si elles cassent à cause d'un événement extrême, peuvent s'auto-réparer.
- Qui héberge en équilibre une diversité énorme d'habitants.
- Capable de prospérer dans un environnement très pauvre en ressources.
- Dont la stratégie centrale est plutôt basée sur la symbiose et la coopération.
- Qui se construit exclusivement à partir de matériaux disponibles localement.
- Qui ne produise aucune pollution, et exporte autour d'elle la richesse qu'elle crée.
- Qui soit capable de durer des dizaines de milliers, voir des millions d'années.
- Ah ! Et qui s'auto-construit à partir de toutes petites unités de départ.

Impossible vous dites ?
C'est pourtant ce que fait un récif corallien.

Le biomimétisme

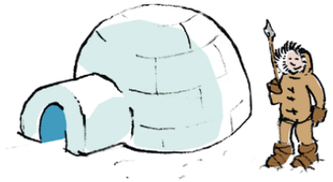
“ Va prendre tes leçons dans la nature, c’est là qu’est notre futur ”

Léonard de Vinci

KesaKo ?

Ne plus exploiter la terre mais s’en inspirer de façon durable, voici le défi que propose le biomimétisme.
La notion de « biomimetisme » est d’abord introduite par l’inventeur Otto Schmitt, qui vécut de 1913 à 1998.
Cette science est depuis en plein essor sous l’impulsion de la biologiste Janine Benyus, qui lui intègre la notion de durabilité.
Observer et imiter la nature se trouve désormais au cœur de nombreuses disciplines, allant de la médecine à la création de robots intelligents, en passant par la fabrication d’objets que nous utilisons au quotidien, et même la construction de villes !

S'inspirer du vivant



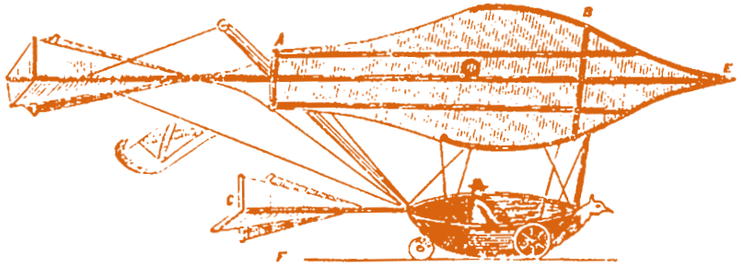
La vie sur la planète, plus forte que la science fiction...

Les premières formes de vie sont apparues il y a 3,8 milliards d'années. Depuis, elles n'ont cessé d'évoluer, contraintes de trouver des solutions pour vivre en harmonie avec l'environnement. Pour vivre, il ne s'agit pas juste de trouver de quoi se nourrir et s'abriter. Elles ont du s'adapter pour résister aux prédateurs, aux changements de saisons, aux maladies, et à toutes les menaces qui pèsent sur elles. Les espèces ont du développer des technologies naturelles sophistiquées afin de survivre sur la planète : voler, nager, fabriquer des protections solides, utiliser et transformer naturellement l'énergie solaire... La nature fonctionne grâce à des écosystèmes intelligents... qui ne produisent aucun déchet. L'Homo sapiens est apparu il y a 200 000 ans seulement.

Les animaux, les plantes, les écosystèmes anciens, et même les organismes microscopiques ont donc de l'avance sur nous, et beaucoup de choses à nous apprendre.

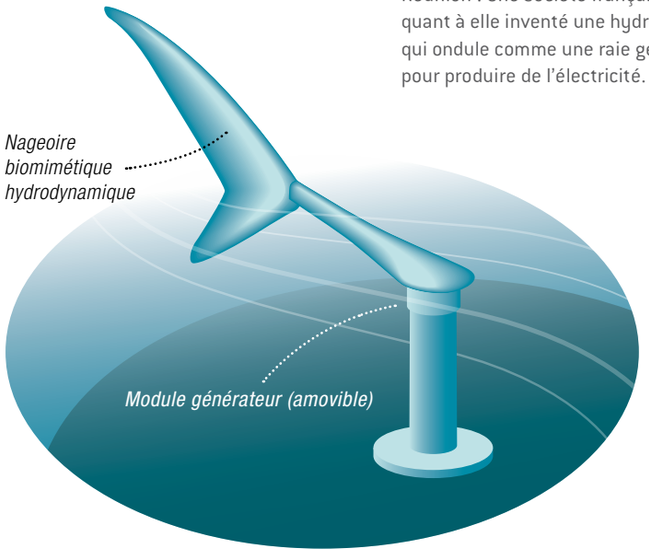
Imiter les solutions de la nature

Depuis la nuit des temps, les Hommes observent et imitent la nature et les animaux. Les inventeurs, les architectes, les médecins, et même les artistes, s'en sont toujours inspirés pour trouver des manières plus efficaces de construire des bâtiments, de se nourrir, de s'habiller, de se soigner, ou de créer des œuvres d'art. Ainsi, les Inuits se seraient inspirés de la tanière de l'ours blanc pour construire les igloos. Quant à Georges Cayley, le père de l'aéronautique, il s'est inspiré du héron (1773 -1857) pour concevoir des engins volants. Les sociétés humaines, des plus anciennes aux plus modernes, ont toutes intégré dans leur fonctionnement quotidien des recettes empruntées aux autres êtres vivants.



Des animaux pas si bêtes

Les animaux ne nous ont pas attendu pour démarrer leur propre course à l'innovation. C'est à qui sera le plus efficace, le mieux caché, le plus résistant, le mieux armé... Ils ont mis en place des systèmes de coopérations entre espèces (comme la symbiose), ou de compétitions. Ils sont également capables de trouver dans la nature de quoi prévenir les maladies. Leur principale préoccupation étant que leur espèce survive.



Le biomimétisme : comment ça marche ?

1 / Imiter la forme ou la morphologie

d'un organisme vivant. En effet, chaque forme peut remplir un rôle particulier. Par exemple, en imitant la queue du requin, qui est façonnée pour la vitesse depuis 2 millions d'années, des ingénieurs australiens ont inventé une hydrolienne qui ondule beaucoup plus vite, sans être ralentie par la force de l'eau. Cette hydrolienne pourrait être testée en avant-première sur l'île de La Réunion ! Une société française a quant à elle inventé une hydrolienne qui ondule comme une raie géante pour produire de l'électricité.

2 / Imiter un procédé naturel

Les mécanismes naturels de fabrication utilisés par la nature sont autonomes, économes et résistants ! Prenons un exemple connu : la photosynthèse est un procédé naturel, qui nous inspire pour produire de l'électricité à partir de l'énergie solaire. Or, chaque feuille, chaque algue, est un petit panneau solaire en puissance. On imite aussi le procédé naturel que les coquillages utilisent pour fabriquer leur coquille. La nacre de l'ormeau rouge, conçue naturellement pour résister aux agressions des loutres qui les frappent contre des roches, est si solide que l'on s'en inspire afin de créer des revêtements pour l'aéronautique, incassables et utilisant moins de produits toxiques pour leur fabrication. Sa coquille est si solide que même une balle de revolver ne peut pas la briser. Malheureusement, l'ormeau rouge, très prisé pour la création de bijoux, est menacé de disparaitre.

© Harvey Law

3 / Imiter un écosystème entier

Il s'agit là d'observer comment fonctionne la vie au sein d'un écosystème. Pour cela, on observe des écosystèmes existant depuis des dizaines de millions d'années, comme les forêts tropicales ou les récifs coralliens. La colonie de corail la plus vieille aurait 4 265 ans.
Il s'agit probablement du plus vieil animal multicellulaire.

Pourquoi les imiter ?
Ces écosystèmes utilisent les déchets comme ressources, les espèces y coopèrent, ils utilisent l'énergie efficacement, rien n'y est perdu, tout est recyclé.

Leurs fonctionnement pourrait permettre de développer ce que l'on appelle « l'écologie industrielle » : une manière de produire des ressources en créant sa propre énergie, sans gaspiller, et sans créer de déchets.

Biodiversité, nous t'aimons plus qu'hier et moins que demain !

Si nous voulons imiter les espèces vivantes et les écosystèmes en vue d'un avenir durable, nous avons plus que jamais besoin de pouvoir les étudier et de comprendre leurs fonctionnements tandis qu'ils sont en bonne santé. Or, voici que la moitié des écosystèmes de la planète sont menacés. Chaque jour, des espèces disparaissent, emportant avec elles de précieux modèles qui pourraient nous aider à surmonter bien des difficultés. La protection de la biodiversité va de paire avec l'étude du biomimétisme : sans elle, pas d'innovations possibles !

Les principes du vivant pour la durabilité

La Vie crée et entretient les conditions propices à la Vie

Les organismes vivants...

- Utilisent les déchets comme matériaux.
- Évitent les toxiques persistants.
- Utilisent l'énergie avec efficacité (solaire à 99%).
- Ne surexploitent pas leurs ressources.
- S'approvisionnent localement.
- Optimisent plutôt que maximisent.
- S'appuient sur la coopération & la diversité.
- Récoltent en permanence des informations et s'y ajustent.
- Rebondissent après les chocs.

Source : modifié par Greenloop d'après Cooper, 1992 ; Biomimicry Guild, 2006

Que ferait le monde marin ?

Les récifs coralliens survivent sur cette planète depuis 25 millions d'années. Et si ce monde marin auquel nous avons si facilement accès, ses habitants et ses écosystèmes, avait des choses fabuleuses à nous apprendre sur la vie ? Et si l'avenir était déjà sous nos palmes ?

Mieux vivre grâce à la vie marine

Il était une fois...

... Un immeuble en forme de vague, qui emprunte son énergie au soleil et aux forces océaniques. Chaque appartement forme un duplex lumineux recouvert d'un toit végétal, où chaque famille cultive ses fruits et légumes grâce à son propre compost. Depuis leur toit suspendu, les amoureux et les enfants peuvent contempler les courbes du socle antisismiques qui courent jusqu'au rivage, et les lagunes naturelles qui filtrent les eaux salies par le quotidien avant de les rejeter en mer. Là bas, les éoliennes parsèment harmonieusement le jardin tropical. Gardant ses habitants à l'abri de la faim et des tremblements de terre, se nourrissant du soleil et résistant aux forces terrestres, l'incroyable bâtiment se prend pour un récif corallien, protecteur, durable, et accueillant.

Cette histoire semble surréelle ? Elle est pourtant bien partie pour se réaliser. C'est l'architecte Vincent Callebaut qui est à l'initiative de ce projet baptisé *Coral Reef*. Ce bâtiment est inspiré d'un récif corallien et prévoit de fonctionner en autonomie à l'image d'un véritable écosystème. Humaniste et écologique, il a pour objectif de reloger 1 000 familles haïtiennes touchées par le dernier tremblement de terre ayant détruit Haïti. Il a obtenu un permis de construire et devrait voir le jour dans la ville de Port-au-Prince.

De la somptueuse vie marine aux technologies de pointe

Les animaux marins occupent les océans depuis des centaines de millions d'années. Ils ont développé des organes sensoriels d'une efficacité et d'une sensibilité fascinantes ainsi qu'une résistance remarquable. Les écosystèmes millénaires où ils évoluent ont quant à eux quelques secrets à nous apprendre en terme de durabilité, d'économie d'énergies et de recyclage des déchets.
Les crustacés, les mollusques, les poissons et tous ces animaux vivant proches des côtes ou en mer sont confrontés aux puissantes forces marines que sont les vagues et les courants.

Au fil des siècles ils ont amélioré leurs manières de se déplacer et de percevoir leur environnement. Et ne l'oublions pas, ce sont des êtres qui se sont développés dans un milieu aquatique et salé, ce qui leur confère de nombreuses particularités. Leur odorat, la résistance de leur carapace, leur rapidité, leur agilité sous l'eau, ont été imitées par l'Homme pour améliorer ses inventions.

Un seul poulpe : plein de possibilités

Le poulpe est un animal commun dans les récifs, très prisé des pêcheurs... et aussi des chercheurs ! Cet animal peut changer de forme. Il sait se servir de ses huit tentacules pour se mouvoir dans l'espace, en nageant ou en... marchant ! Il est également capable de mémoriser, et d'apprendre à résoudre des situations, comme ouvrir un bocal, en observant quelqu'un le faire. Ce sont toutes ces qualités que des chercheurs européens souhaitent reproduire en créant le robot Octopus. Il a pour objectif d'effectuer des tâches sous-marines compliquées tout en étant capable d'apprendre, cela en imitant les particularités physiques et le système nerveux de son modèle vivant.

© Andrea Ferretti

Un robot, est-ce bon pour la planète ?

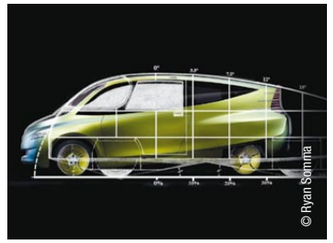
Pour produire des objets durables, ne prélevant pas de ressources rares, et non-polluants, les inventeurs doivent adapter leur cahiers des charges et se poser les bonnes questions : quels matériaux utiliser ? Ce robot sera t-il recyclable ? Il y a encore des progrès à faire et des innovations durables à imaginer.

Le poisson-coffre, concepteur automobile

Des ingénieurs automobiles se sont inspirés de ce petit poisson cubique afin de créer une voiture à la fois spacieuse et économe en énergie. En effet, la forme du poisson-coffre le rend très hydrodynamique, et même très aérodynamique, ce qui signifie que lorsqu'il avance, il n'est que très peu ralenti par la force de l'eau (ou de l'air, si sa forme est transposée sur la terre ferme).

Cette caractéristique lui permet d'économiser beaucoup d'énergie pour se déplacer. Résultat, ces ingénieurs ont réussi à conceptualiser un véhicule qui économise 20% de carburant et 80% de rejets d'oxydes d'azotes, par rapport aux autres voitures.

© Norbert Potensky


© Ryan Sammia

Sauver des vies

Plus de 22 000 molécules de la mer ont été identifiées

L'étoile de mer nous a permis de comprendre la prolifération des cellules cancéreuses, le gigantesque cœur de la baleine à bosse pourrait inspirer les pacemakers de demain, les coquillages tropicaux produisent un venin qui pourrait avoir des propriétés antidouleur et antiseptiques. Le hareng quant à lui détenait le secret de la trithérapie, utilisée pour lutter contre le sida.

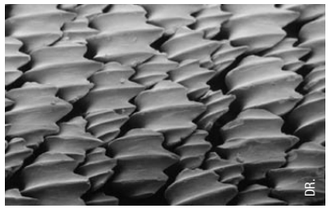
© vilainecrevette - Fotolia

La moule, chirurgienne malgré elle

Elle possède un secret qui pourrait nous rendre de précieux services : celui d'une colle superpuissante qui permet de réparer de minuscules lésions organiques ! En effet, cet animal produit un adhésif assez solide pour s'accrocher à n'importe quel support sous l'eau dans des conditions turbulentes, par les filaments qui sortent de sa coquille. En imitant les particularités des protéines à l'origine de cette colle naturelle, on a pu mettre au point un adhésif synthétique qui a déjà permis de réparer des membranes qui entourent le fœtus, lui permettant ainsi de survivre. Les chirurgiens, les dentistes, les ophtalmos... Tous sont très intéressés par cette moule ! Elle a également servi de modèle pour développer une colle pour un contreplaqué marin qui ne dégage aucun polluant, contrairement à la majorité des colles chimiques.

Les requins, ingénieurs en antibactériens

Pourquoi les requins des Galápagos n'ont-ils ni champignons ni organismes indésirables sur leur peau, tandis que les bateaux, ou les baleines, en sont recouverts ? Au début, les chercheurs voulaient copier la peau des requins afin de créer une peinture qui limiterait la prolifération de champignons et d'algues sur les coques des bateaux, sans devoir avoir recours aux produits toxiques utilisés habituellement. Mais certains ont découvert que la forme des denticules qui recouvrent la peau des requins empêchait également les bactéries de s'y accrocher ! Une société américaine a utilisé cette propriété pour créer un revêtement antibactérien pour les murs et les sols des hôpitaux. Cela permettrait de limiter, voir d'arrêter, l'usage de détergents toxiques. Cela permettrait également d'éviter ce que l'on appelle les infections nosocomiales, qui touchent de nombreux patients chaque année.


DR.

© Zacarias da Mata - Fotolia

La mer : s'en inspirer pour protéger les récifs

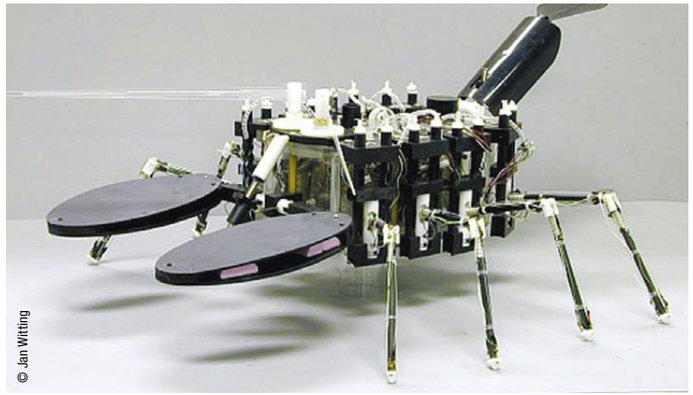
De nombreuses menaces pèsent sur l'environnement. En mer, les récifs coralliens font partie des écosystèmes les plus en danger. Pollution, urbanisation, pêche, changements climatiques... Il est urgent de trouver des solutions pour les protéger durablement. Et si la mer connaissait déjà ces solutions ?

Stopper la pollution

Gros ou petits, les déchets mènent la vie dure aux mondes marins

Malgré les lois qui l'interdisent, de nombreux déchets nocifs sont jetés illégalement dans les océans.
Une seule pile électronique peut tuer 1 mètre carré de corail à elle seule. Imaginons ce que cela entraine lorsque des batteries de voiture, ou des tonnes d'appareils électroniques usagés finissent sous la surface de la mer ! Les déchets industriels, radioactifs, ou hydrocarbures, finissent parfois eux aussi dans les flots. Pendant des dizaines d'années, avant que des lois internationales n'interdisent ces rejets, c'était monnaie courante. Tous ces déchets s'accumulent non loin des côtes, et polluent l'environnement pendant des dizaines, voir des centaines d'années.

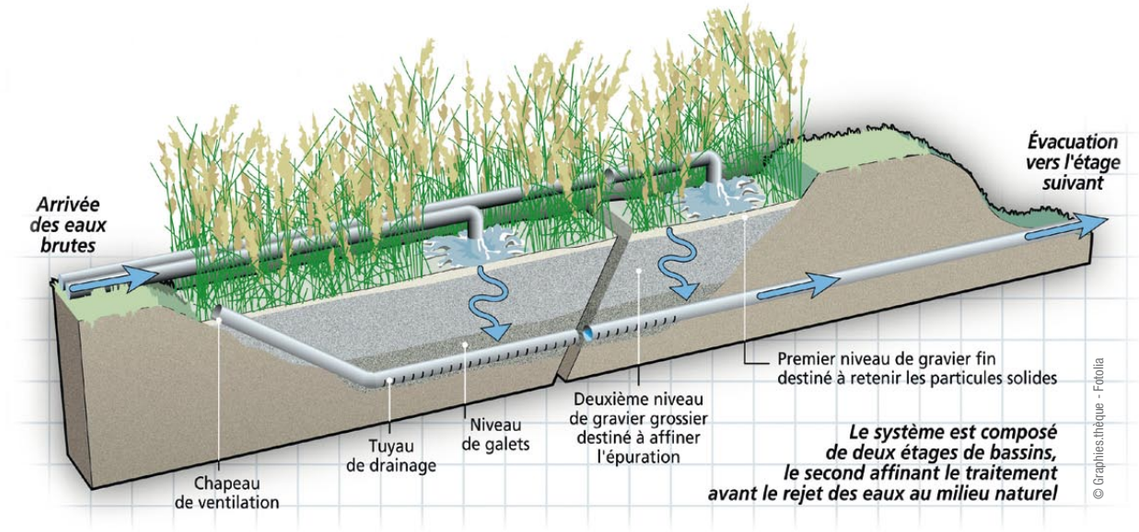
Afin de détecter ces pollutions marines, tâche rendue compliquée par les conditions de mer difficiles (courants, vagues, eaux troubles), des chercheurs se sont penchés sur les facultés du... homard ! En effet, ce dernier peut se déplacer sur les fonds marins dans des conditions difficiles, sans pour autant perdre la trace de sa cible, grâce à un odorat extrêmement puissant ! Les scientifiques ont imité ses antennes, ses capacités olfactives, et même ses muscles, afin de créer un robot qui serait capable de détecter des pollutions dans des conditions difficiles. La raie manta, quant à elle, a inspiré le robot Manta Bot. *Cet animal utilise très peu d'énergie pour se déplacer, tout en étant capable de manœuvrer très souplement. Les chercheurs s'en inspirent pour créer un robot pouvant descendre à de très grandes profondeurs, effectuer des missions scientifiques et surveiller la pollution.*



© Jan Witting

Plus de poissons que de plastique dans les océans ?

La chitine du homard est une molécule qui constitue les cuticules présentes sur sa carapace. Cette molécule sert de modèle pour des bio-plastiques potentiellement bio-dégradables, ce qui serait une solution pour éviter qu'il n'y ai plus de plastique que de poissons dans les océans d'ici 20 ans !



Les eaux usées

Chaque jour, à la maison, dans les usines ou dans les champs, nous utilisons de l'eau, et y ajoutons de nombreux produits... Nettoyants ménagers, engrais... Tous ces produits contiennent des ingrédients très dangereux pour l'environnement et la vie marine. Or, bien souvent, en particulier sur les iles et les littoraux, les eaux usées finissent dans la mer.

Un coquillage a partagé avec nous une solution pour limiter l'usage de produits très agressifs que les industries et les foyers utilisent pour lutter contre le calcaire qui bouche les canalisations.

Ce coquillage fabrique sa coquille en produisant du calcaire. Il possède une molécule qui dit « stop » avant que trop de calcaire ne soit produit. Les chercheurs ont imité cette molécule afin de créer un système industriel qui limite la production de calcaire dans les canalisations. Un prototype fonctionne déjà en Californie !

La pluie qui tombe entraine l'eau jusqu'aux bords de mer ou dans les réserves d'eau potable. On appelle cela le ruissellement. Les centrales d'épurations, lorsqu'il y en a, ne sont pas toujours assez efficaces pour traiter toutes ces eaux usées. Ces eaux sales sont alors entrainées par la pluie jusqu'à la mer, ou dans les réserves d'eau, sans avoir été nettoyées.

Dans la nature, ce sont les milieux humides comme les marais, les mangroves, ou les îles flottantes qui jouent ce rôle de filtration et de nettoyage des eaux. En imitant ces systèmes présents dans la nature, les architectes conçoivent des systèmes de lagunages qu'ils intègrent aux immeubles et aux usines, afin de nettoyer leurs eaux usées en autonomie, sans produit chimique, et en économisant de l'énergie ! Il devient possible de dépolluer ces eaux sales avant qu'elles n'arrivent à la mer. D'ailleurs, certaines villes utilisent déjà la technologie des îles flottantes avec de très bons résultats !

Les crèmes solaires et les coraux : je t'aime moi non plus

Les coraux sont sensibles aux composés chimiques contenus dans les crèmes solaires, en particulier aux filtres solaires. Ces composés bloquent le processus de photosynthèses ou affectent directement les coraux en favorisant la prolifération de bactéries qui rendent le corail malade. Comment faire pour se protéger des UV sans abîmer les coraux ?

Les coraux avaient la solution en eux ! Ils ont développé une stratégie moléculaire qui les protègent du soleil. En imitant cette capacité naturelle des coraux à se protéger des UV, les chercheurs ont élaboré une nouvelle génération de crèmes solaires, qui protègent notre peau tout en protégeant la santé des récifs coralliens.

Lutter contre le changement climatique grâce aux coraux

Le changement climatique bouleverse le fonctionnement des océans*. Il est dû à des quantités de CO_2 trop importantes émises par les industries humaines. Ce changement climatique est responsable des élévations de température (le corail de platier meurt rapidement à 32°C), du blanchissement des coraux et de l'augmentation du niveau de la mer.

**Voir la fiche 6 du kit 100% Océan*

Or, en imitant les méthodes de construction de corail, nous pouvons limiter les émissions de CO_2 dans l'atmosphère et nous pouvons en recycler une partie ! En effet, les coraux utilisent le CO_2 : ils le recyclent en matériau pour construire leur squelette de calcaire. En imitant ce procédé, nous pourrions utiliser du CO_2 pour fabriquer nos matériaux de construction, dont la production est source de pollutions. Par exemple, l'industrie du béton est responsable de 10% des émissions mondiales de CO_2. En travaillant dur sur recette empruntée au corail, nous pourrions peut-être inverser la donne.

© Florentine Leloup

Des liens pour aller plus loin

Le CRIOBE : *www.criobe.pf*

Biomimicri Europa
Biomimicry Europa est une association
à but non lucratif née en 2006 à Bruxelles et qui
se consacre à la promotion du biomimétisme.
www.biomimicry.eu

Asknature.org
Catalogue des solutions que l'on trouve dans
la nature et des innovations bio-inspirées.
www.asknature.org

CEEBIOS
Centre Européen d'excellence en biomimétisme de Senlis.
www.ceebios.com/le-biomimetisme

Cité des sciences :
www.cite-sciences.fr/fr/ressources/
bibliotheque-en-ligne/dossiers-documentaires/
biomimetisme-du-vivant-aux-technologies/

Quelques vidéos d'illustrations :
Aqua Ray de Festo :
www.youtube.com/watch?v=-vT-oidWyXE
Film sur le biomimetisme du Ceebios :
www.youtube.com/watch?v=1UiBVb0cs8s
Documentaire : Biomimétisme, le génie de la nature :
www.youtube.com/watch?v=-h2U45wKC4s

Se former

Pole formation du Ceebios
www.ceebios.com/les-4-poles/pole-formation

Institut des sciences du mouvement
(Université d'Aix Marseille)
www.ism.univ-amu.fr/?lang=fr

Institut de recherche sur la biologie de l'insecte
(université de Tours)
www.irbi.univ-tours.fr/

IRCCYN
Institut de recherche en communication
et cybernétique de Nantes
Equipe Robotique – La Robotique bioinspirée.
www.irccyn.ec-nantes.fr/fr/
axes-recherche-robotique/robotique-bioinspiree

Biologie des organismes marins et biomimétisme
Université de Mons, Belgique,
laboratoire de biologie marine
www.portail.umons.ac.be/FR/universite/
facultes/fs/services/institut_bio/biologie_marine

Devenir chercheur en biomimétisme

De nombreux métiers sont concernés par la recherche biomimétique. Des ingénieurs, mathématiciens, biologistes, mais aussi des designers, des architectes... Il n'existe pas encore de formation initiale dédiée au biomimétisme. Un cursus scientifique est une première direction à emprunter, avant de choisir un champs disciplinaire plus spécifique liés à l'étude du vivant (biologie, chimie, etc.) ou de la technologie (robotique, ingénierie). Des universités proposent par la suite des orientations plus spécialisées et dédiées au biomimétisme.

Maud Fontenoy Foundation

Oceans Are Humanity's Future

Nos partenaires officiels :

Avec le soutien de :

Contact pédagogique / *Educational contact*

contact@maudfontenoyfondation.com

Contact presse / *Press and communications*

presse@maudfontenoyfondation.com

Maud Fontenoy Foundation

La Maison Champs-Élysées : 8, rue Jean Goujon - 75008 Paris

www.maudfontenoyfondation.com

Retrouvez-nous sur facebook

0015